Chapter Six الفصل السادس

دوائر التيار المتناوب

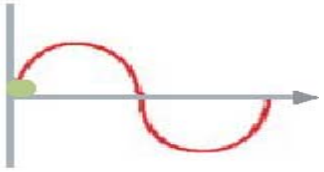
Alternating Current Circuits

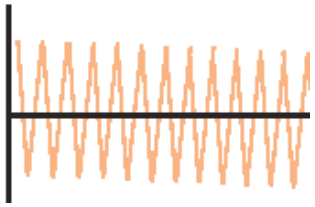
Sequence:50

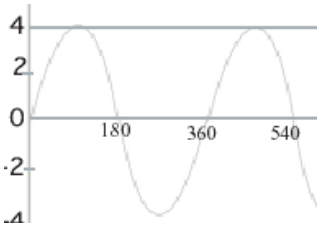
- المقدمة.
- دائرة التوازي/ الجزء الثاني.
- الرنين في دائرة التوازي.

المقدمة

- **أنواع التيار الكهربائي**
- **1- التيار المستمر:- هو التيار الذي تبقى قيمته و اتجاهه ثابت مع مرور**
- **الزمن، و من مصادر التيار المستمر البطارية المستخدم في السيارات.**
- **2التيار المتناوب:- هو التيار الذي تتغير قيمته و اتجاهه مع تغير الزمن،**
- **ومن التيار المتناوب التيار المتولد من محطة توليد الطاقة الكهربائية**
- **والتي يزود المنازل بالتيار الكهربائي.**
- **أشكال موجات التيار المتناوب**
-







- **تيار متناوب شكل موجه مربعة**
- **تيار متناوب شكل موجة سن منشار**
- **تيار متناوب شكل موجة جيبي**
-

دائرة التوازي RLC

- في المحاضرة (49) تم حساب الفولتية والتيار للدائرة وعناصرها الثلاث وكما مبينة في الجدول التالي

	معادلة الفولتية	معادلة التيار
الدائرة	$(\varepsilon = \varepsilon_o \sin(wt))$	$i_o = \sqrt{i_{R_o}^2 + (i_{C_o} - i_{L_o})^2}$
المقاومة	$(V_R = \varepsilon_o \sin(wt))$	$\left(i_R = \frac{\varepsilon_o}{R} \sin(wt)\right)$
المحاثة	$(V_L = \varepsilon_o \sin(wt))$	$\left(i_L = \frac{\varepsilon_o}{wL} \sin(wt - \frac{\pi}{2})\right)$
المتسعة	$(V_C = \varepsilon_o \sin(wt))$	$\left(i_C = \varepsilon_o wC \sin(wt + \frac{\pi}{2})\right)$

- **وبهذا يمكن كتابة التيار الكلي المار في الدائرة بالشكل التالي :**

$$i_\circ = \sqrt{(\frac{\mathcal{E}_\circ}{R})^2 + (\mathcal{E}_\circ \omega C - \frac{\mathcal{E}_\circ}{\omega L})^2}$$

$$i_\circ = \mathcal{E}_\circ \sqrt{\frac{1}{R^2} + (\omega C - \frac{1}{\omega L})^2} \qquad \text{..... (41)}$$

- **وبقسمة التيار الكلي على الـق.د.ك. نحصل على :**

$$\frac{i_\circ}{\mathcal{E}_\circ} = \frac{1}{Z} = Y = \sqrt{\frac{1}{R^2} + (\omega C - \frac{1}{\omega L})^2} \qquad \text{..... (42)}$$

- **وتسمى (Y) سماحية الدائرة الكهربائية. ويمكن كتابتها بالشكل التالي :**

$$Y = \frac{1}{Z} = \sqrt{G^2 + (B_C - B_L)^2} \qquad \text{..... (43)}$$

- **أذ أن (G=1/R) وتسمى التوصيلية الكهربائية**
- **(B_C=wC) وتسمى بالتأثرية السعوية**
- **(B_L=1/wL) وتسمى بالتأثرية الحثية**

- **ووحدة قياس التأثرية السعوية والتأثرية الحثية هي مقلوب الأوم.**
- **ويمكن تعيين فرق الطور(φ) بين التيار الكلي والقوة الدافعة الكهربائية من ملاحظة الشكل السابق رقم (16)، وكالآتي:**

$$\tan\varphi = \frac{i_{C_o} - i_{L_o}}{i_{R_o}} = \frac{\omega C - 1/\omega L}{\frac{1}{R}}$$

$$= R\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right) \qquad \text{..... (44)}$$

- **وبهذا يمكن كتابة المعادلة الخاصة بالتيار الكلي في هذه الحالة بالشكل التالي:**

$$i = i_o \sin(\omega t + \varphi) \qquad \text{..... (45)}$$

- **اذ أن قيمة المقدارين (i_o و φ) هما كما في المعادلتين (41) و (44)، على التوالي.**

الرنين في دائرة التوازي

- عند ملاحظة المعادلة (41) نجد ان قيمة التيار الكلي تعتمد على التردد (w) أذ أنها تأخذ قيمتها الدنيا عندما يكون الحد الثاني تحت الجذر مساوياً الى الصفر. وهذا يحصل عندما تكون التأثرية السعوية مساوية الى التأثرية الحثية، أي أن:

- $$\omega_\circ C = \frac{1}{\omega_\circ L} \quad \text{-------}>> \quad \omega_\circ = \frac{1}{\sqrt{L C}}$$

- ويسمى تردد رنين التوازي وهو مساوٍ في قيمته لتردد رنين التوالي التي مرّ ذكرها في المحاضرة السابقة.

- **********

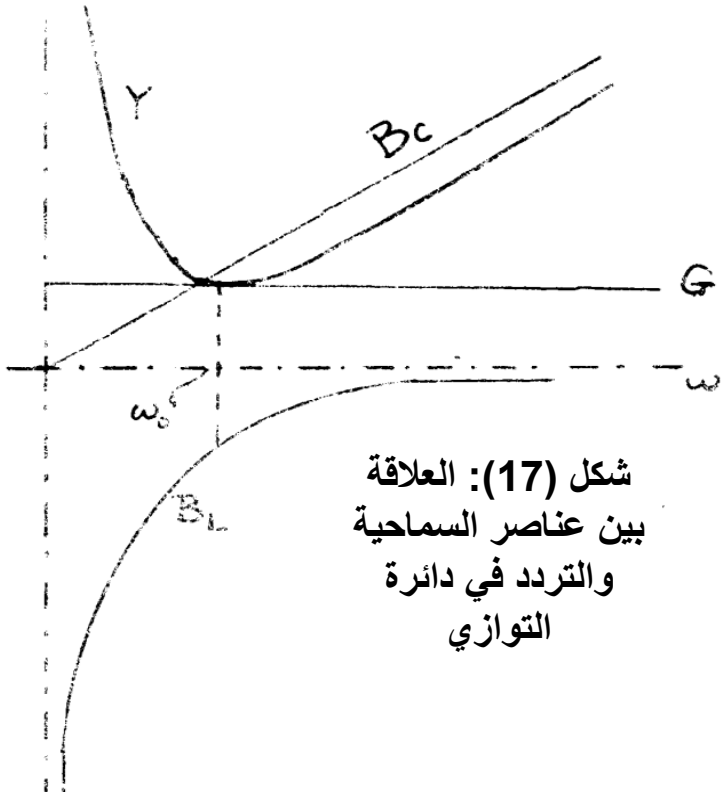
- أذن المعادلة (41) تأخذ الشكل التالي في حالة الرنين (وهي الحالة التي يكون فيها تيار المتسعة مساوٍ الى تيار المحاثة في المقدار ومعاكس له في الأتجاه لذلك يختزل احدهما الآخر ويكون التيار الكلي في الدائرة مساوٍ الى التيار المار في المقاومة).

$$i_\circ = \frac{\mathcal{E}_\circ}{R} \qquad \text{..... (46)}$$

- **********

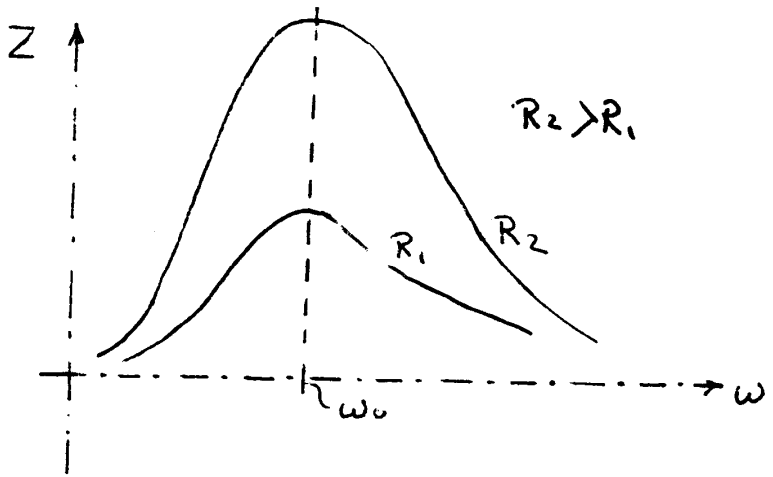
- لتوضيح العلاقة بين عناصر السماحية والتردد نلاحظ الشكل (17).

- **********



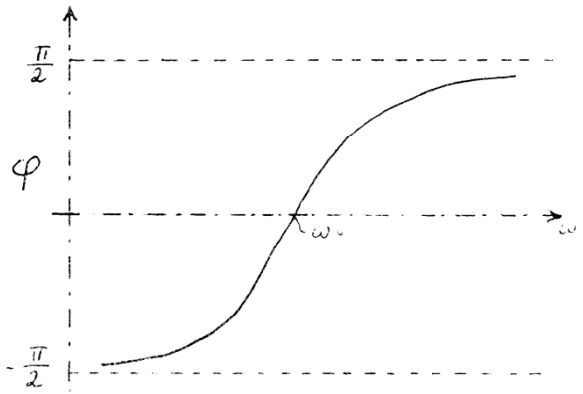
شكل (17): العلاقة بين عناصر السماحية والتردد في دائرة التوازي

- ويوضح الشكل (18) العلاقة بين الممانعة الكلية للدائرة (Z)
- وهي مقلوب السماحية وتغيرها مع التردد (w) حيث نجد ان
- الممانعة الكلية للدائرة تأخذ قيمتها العظمى في حالة الرنين
- كما ان القيمة العظمى للممانعة تزداد عندما تزداد قيمة
- المقاومة (R).



شكل (18): العلاقة بين ممانعة الدائرة والتردد في دائرة التوازي

- ويوضح الشكل رقم (19) العلاقة بين فرق الطور والتردد.



شكل (19): العلاقة بين فرق الطور والتردد في دائرة التوازي

- **********
- أما عامل النوعية لهذه الدائرة فيمكن التعبير عنه بالشكل التالي :
- ان العلاقة الرياضية للممانعة في دائرة التوالي تكون مشابهة للمعادلة
- الرياضية للسماحية في دائرة التوازي اذا استبدلنا (R) بالتوصلية (G)
- وان الرادة تستبدل بالتأثرية (B) وان المتسعة تستبدل بالمحاثة
- والمحاثة تستبدل بالسعة لذلك نجد ان:

$$Q_o = \frac{\omega_o C}{G} = \omega_o R C \quad \text{..... (47)}$$

$$Q_o = \frac{R}{\omega_o L} \quad \text{..... (48)}$$

- وبالتعويض عن قيمة تردد الرنين بما يساويها نجد ان :

$$Q_o = \frac{R}{\sqrt{L/C}} \quad \text{..... (49)}$$

- أو أن :

$$Q_0 = \frac{\text{المقاومة المربوطة على التوازي}}{\text{الممانعة المميزة للدائرة}} \quad \text{..... (50)}$$

مثـــــــال : دائرة توالي كهربائية RLC فيها $\left(R=300\,\Omega\ ,\ C=2\,\mu F\ ,\ L=0.1\,H\right)$ **ربطت على التوالي مع مصدر متناوب قوته الدافعة الكهربائية** $\left(\varepsilon_o=100\ volts\right)$ **وترددهُ الزاوي (1000 rad/sec). اوجد**

(1) الرادة الحثية والسعوية (2) ممانعة الدائرة (3) التيار المار في الدائرة

(4) فرق الجهد على طرفي كل معنصر من عناصر الدائرة.

الحـــــــل:

- **(1) يتم حساب الرادة الحثية و الرادة السعوية**
- **كما هو مبين في المعادلة المجاورة :**

- **(2) يتم حساب ممانعة الدائرة من المعادلة**
- **التالية :**

- **(3) يتم حساب التيار المار في الدائرة**
- **من المعادلة التالية :**

مثـــــــال : دائرة توازي كهربائية **RLC** فيها $\left(R=300\,\Omega\ ,\ C=2\,\mu F\ ,\ L=0.1\,H\right)$ ربطت على التواز مع مصدر متناوب قوته الدافعة الكهربائية $\left(\varepsilon_o=100\ volts\right)$ وترددهُ الزاوي **(1000 rad/sec)**. اوجد التيارات الفرعية المار في كل عنصر من عناصر الدائرةعندما **(t=2 sec)**.

الحـــــل:

يتم حساب التيار المار في المقاومة من المعادلة (37)

$$i_R = \frac{\varepsilon_o}{R}\sin(\ wt\ )$$

$$i_R = \frac{100}{300}\sin(\ 400\ \times 2\ )$$

$$i_R = 0.98\ Amp\ .$$

يتم حساب التيار المار في المحاثة من المعادلة (38)

$$i_L = \frac{\varepsilon_o}{wL}\sin(\ wt\ -\frac{\pi}{2})$$

$$i_L = \frac{100}{400\ \times 0.1}\sin(\ 800\ -\frac{\pi}{2})$$

$$i_L = 2.449\ \ Amp\ .$$

يتم حساب التيار المار في المتسعة من المعادلة (39)

$$i_C = \varepsilon_o wC\ \sin(\ wt\ +\frac{\pi}{2})$$

$$i_C = 100\ \times 400\ \times 2\times 10^{-6}\sin(\ 800\ +\frac{\pi}{2})$$

$$i_C = 0.079\ \ Amp\ .$$

الخلاصة Summary

- **في هذه المحاضرة تم إلقاء الضوء بايجاز على :**
- **- تعريف كلا من التأثرية السعوية والتأثرية الحثية وان وحدة قياسهما هي مقلوب الأوم.**
- **- امكانية تعيين فرق الطور (φ) بين التيار الكلي والقوة الدافعة الكهربائية من ملاحظة الشكل رقم (16).**
- **- ان قيمة التيار الكلي تعتمد على التردد أذ أنها تأخذ قيمتها الدنيا عندما تكون التأثرية السعوية مساوية الى التأثرية الحثية،**
- **- حالة الرنين هي الحالة التي يكون فيها تيار المتسعة مساوٍ الى تيار المحاثة في المقدار ومعاكس له في الأتجاه لذلك يختزل احدهما الآخر ويكون التيار الكلي في الدائرة مساوٍ الى التيار المار في المقاومة.**
- **-ان الممانعة الكلية للدائرة تأخذ قيمتها العظمى في حالة الرنين كما ان القيمة العظمى للممانعة تزداد عندما تزداد قيمة**
- **المقاومة (R).**
- **- ان العلاقة الرياضية للممانعة في دائرة التوالي تكون مشابهة للمعادلة الرياضية للسماحية في دائرة التوازي اذا استبدلنا (R) بالتوصلية (G) والرادة تستبدل بالتأثرية (B) وان المتسعة تستبدل بالمحاثة والمحاثة تستبدل بالسعة.**
- **مثـــــال .**
- **أختبـــار.**

Start Formative Assessment